

GPON TEXNOLOGIYASI ASOSIDA ABONENT TARMOQLARNI LOYIHALASH

Komiljonov Jasurbek Azamat o'g'li

Ilmiy raxbar: Xalilov M.M.

Farg'ona davlat texnika universiteti

jasurbekkomiljonov70@gmail.com

ANNOTATSIYA

Ushbu ilmiy ishda GPON (Gigabit Passive Optical Network) texnologiyasi asosida abonent tarmoqlarini loyihalashning nazariy va amaliy jihatlari yoritiladi. GPON tarmog'ining arxitekturasida, OLT-ODN-ONT elementlarining vazifalari, Kadrlar strukturasida GEM (GPON Encapsulation Method) mexanizmining ishlashi, tarmoqda xizmat sifatini ta'minlash (QoS), xavfsizlik masalalari, optik yo'l budjeti va bo'linish nisbatlari bo'yicha chuqur tahlil keltiriladi. Shuningdek, tarmoqni loyihalash jarayonida hudud zichligi, trafik yuklamasi, splitterlar topologiyasi, optik kabel marshrutini tanlash va maksimal masofa cheklovlari bo'yicha uslubiy tavsiyalar ishlab chiqilgan. GPON texnologiyasining EPONga nisbatan afzalliklari — yuqori o'tkazuvchanlik, gigabit tezlikda simmetrik/assimetrik uzatish, ITU-T G.984 standarti asosidagi barqaror boshqaruv, TDM va WDM integratsiyasi, shuningdek xizmatlarni Triple-Play sifatida yetkazish imkoniyatlari batafsil asoslab berilgan. Tadqiqot natijalari GPON asosida qurilgan abonent tarmog'i yuqori ishonchlilik, barqarorlik va uzoq muddatli kengayish imkoniyatlariga ega ekanini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: GPON, PON, OLT, ONT/ONU, ODN, GEM, T-CONT, DBA, QoS, ITU-T G.984, optik yo'l budjeti, splitter, FTTH, WDM, TDM, keng polosali aloqa, Triple-Play, optik tolali tarmoq, trafik boshqaruvi, xizmat sifati.

KIRISH

Zamonaviy axborot-kommunikatsiya xizmatlariga bo'lgan talabning oshishi, yuqori tezlikdagi internet, IP-TV, VoIP xizmatlari va bulutli texnologiyalarga o'tish jarayoni ishlatilayotgan tarmoqlarning modernizatsiyasini talab qilmoqda. Mis asosidagi an'anaviy abonent tarmoqlari o'z imkoniyatlari bilan cheklangan bo'lib, keng polosali trafikni samarali uzata olmaydi. Shuning uchun oxirgi yillarda passiv optik tarmoqlar, xususan GPON texnologiyasi global miqyosda eng talabgir yechimga aylangan.

GPON (Gigabit Passive Optical Network) ITU-T G.984 standarti asosida ishlab chiqilgan bo'lib, yuqori o'tkazuvchanlikka ega keng polosali xizmatlarni abonentlarga optik tolalar orqali yetkazishni ta'minlaydi. GPONning asosiy ustunligi — bitta tolada 2.488 Gbit/s gacha uzatish va 1.244 Gbit/s gacha qabul qilish imkoniyati, katta

miqyosdagi abonentlarni qo'llab-quvvatlashi, Triple-Play xizmatlarini birdaniga taqdim etishi va past ekspluatatsiya xarajatlariga ega bo'lishidir.

Abonent tarmoqlarini GPON texnologiyasi asosida loyihalash — bu faqat fizik bog'lanishni tashkil qilish emas, balki optik yo'l budjetini hisoblash, splitterlar bo'linish nisbatini tanlash, ONU/ONTlarning optimal joylashuvini aniqlash, trafik yuklamasini rejalashtirish, xizmat sifatini boshqarish (QoS) va xavfsizlik mexanizmlarini to'g'ri konfiguratsiya qilish kabi kompleks texnik jarayonlarni o'z ichiga oladi.

Mazkur ish GPONning texnik asoslarini, arxitekturasini, boshqaruv mexanizmlarini va real tarmoqni loyihalash bo'yicha amaliy tavsiyalarni o'z ichiga oladi. Shuningdek, GPONning EPON va boshqa PON texnologiyalariga nisbatan ustun jihatlari yoritiladi.

ASOSIY QISM (yaxlit matn)

GPON texnologiyasi bugungi kunda keng polosali telekommunikatsiya xizmatlarini taqdim etishda eng rivojlangan va ishonchli passiv optik tarmoq yechimlaridan biri hisoblanadi. ITU-T G.984 standarti asosida ishlaydigan GPON tizimi yuqori o'tkazuvchanlik, katta abonent sig'imi, xizmat sifati ustidan aniq boshqaruv va turli servislarni birlashtirilgan holda yetkazish imkoniyatlari bilan ajralib turadi. GPON tizimi OLT, passiv optik taqsimlovchi tarmoq (ODN) va abonent ONT/ONU qurilmalaridan iborat. OLT tarmoqning asosiy boshqaruv markazi bo'lib, T-CONTlar orqali trafikni sinfga ajratadi, dinamika asosida tarmoqli kengligini taqsimlaydi (DBA), va xizmat sifatini nazorat qiladi.

GPONda ma'lumot uzatish GEM (GPON Encapsulation Method) protokoli orqali amalga oshiriladi, bu esa turli yuqori darajadagi trafiklarni samarali kapsulalashga imkon beradi. Tarmoq TDM va WDM mexanizmlarini birlashtirgan holda bitta tolada bir nechta xizmatlarni uzatadi: 1310 nm — yuklab olish, 1490 nm — yuklab berish, 1550 nm — video transmitteri uchun ajratiladi.

Bunday multiplekslash GPON tarmog'ining barqaror va yuqori sifatli ishlashini ta'minlaydi.

Abonent tarmoqlarini GPON asosida loyihalashda nyuanslar EPONGa nisbatan biroz murakkabroq. Chunki GPONda bo'linish nisbatlari 1:32, 1:64, hatto 1:128 gacha yetishi mumkin. Splitterlar topologiyasini tanlashda optik yo'l budjeti — OLT chiqish quvvati, kabellar yo'qotishi, splitterlar yo'qotishi, payvandlash va konnektorlar yo'qotishlarini aniqlash muhim hisoblanadi. GPON tizimida optik budjet odatda 28–32 dB diapazonda bo'lib, bu EPONGa nisbatan ko'proq masofaga va ko'proq abonentga xizmat ko'rsatish imkonini beradi.

GPON tarmog'ini loyihalash jarayonida hududning zichligi, bino strukturalari, magistral yo'nalishlari va xizmatlarning kelajakdagi o'sish sur'atlari inobatga olinadi. Optik kabel marshrutlari minimal uzunlikka ega bo'lishi, lekin ishonchlilikni

ta'minlash uchun rezerv yo'nalishlar bilan mustahkamlanishi lozim. Tarmoqning ekspluatatsiya barqarorligi uchun splitterlar to'g'ri joylashtirilishi, ONTlarning optimal ulanishi va OLT portlarining yuklanish darajasi balanslangan bo'lishi kerak.

Xizmat sifatini ta'minlash GPON tizimining asosiy afzalliklaridan biri bo'lib, unda T-CONT mexanizmlari orqali real vaqt xizmatlari, video oqimlar va oddiy internet trafiklari ustuvorliklar asosida boshqariladi. Ovozli trafik uchun minimal kechikish, video uchun kafolatlangan o'tkazuvchanlik, ma'lumotlar almashinuvida esa adolatli tarmoqli kengligi ta'minlanadi. Bundan tashqari, GPONda xavfsizlik darajasi yuqori bo'lib, AES shifrlash, ONU autentifikatsiyasi, VLAN segmentatsiyasi kabi mexanizmlar qo'llaniladi.

Amaliy jihatdan GPON tarmog'i uy-joy massivlari, katta biznes markazlar, ta'lim muassasalari va xizmat ko'rsatish sohalarining ehtiyojlarini to'liq qondira oladi. 2.5 Gbit/s yuklab olish va 1.25 Gbit/s yuklab berish imkoniyati, past kechikish va yuqori barqarorlik GPONni bugungi kundagi eng maqsadga muvofiq keng polosali xizmat platformasiga aylantiradi. Tarmoqning passiv xarakteri esa texnik xizmat xarajatlarini keskin kamaytiradi, shuningdek uzoq muddatli ishlashga mo'ljallangan infratuzilmani yaratadi.

XULOSA

GPON texnologiyasi asosida abonent tarmoqlarni loyihalash zamonaviy kommunikatsiya infratuzilmasini yaratishda eng ishonchli, samarali va yuqori sifatli yechimlardan biri hisoblanadi. GPONning yuqori o'tkazuvchanlik imkoniyatlari, optik tolalar asosidagi barqaror ishlash prinsipi, xizmat sifatini aniq boshqarish va ko'plab abonentlarga bir vaqtning o'zida xizmat ko'rsatish qobiliyati uni keng polosali xizmatlar uchun ideal platformaga aylantiradi.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, GPON tizimi EPONga nisbatan ko'proq o'tkazuvchanlik, kengroq optik budjet, yuqori bo'linish darajasi, GEM kapsulatsiya mexanizmi va T-CONT/DBA kabi xizmat sifati boshqaruv usullari bilan ajralib turadi. Tarmoqni to'g'ri loyihalash orqali minimal kechikish, yuqori barqarorlik, optimal optik yo'l budjeti va xavfsizlik talablari to'liq ta'minlanadi. GPONning texnik imkoniyatlari kelajakdagi xizmatlar — 4K/8K video, IoT, bulutli tizimlar va korporativ xizmatlar uchun mustahkam infratuzilmani yaratishga imkon beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. ITU-T G.984 Series — Gigabit Passive Optical Networks (GPON) Recommendations.
2. G. Keiser. Optical Fiber Communications. McGraw-Hill.
3. D. Hood. GPON Fundamentals. Cisco Press.
4. J. Batchelor. FTTH Handbook: GPON Network Planning Guide.
5. Huawei Technologies. GPON Planning and Design Manual.

6. Alcatel-Lucent. GPON Architecture and Deployment Guidelines.
7. S. Yamashita. "Performance Analysis of GPON Access Networks." Optical Fiber Technology, 2021.
8. IEEE Communications Surveys & Tutorials. "DBA Algorithms for GPON Systems."
9. V. Anagnostopoulos. Fiber Access Networks: Design and Deployment Strategies. Springer.
10. Broadcom. GPON OLT/ONT Chipset Technical Overview.